

‘황금의 쌀’ - 프랑켄식품일까?

오늘날 세계의 빈곤한 나라들은 영양소 베타카로틴을 듬뿍 내포한 ‘황금의 쌀’ 이 양산되면
비타민 A가 모자라서 해마다 죽어 가는 1백만의 어린이와 눈이 멀는 35만명의 어린이를
구제할 수 있는 길을 열어 줄 것으로 큰 기대를 걸고 있다.

그러나 유전자변형식품(GMO)을 막으려는 환경단체의 반대운동도 만만치 않다.
이들은 황금의 쌀을 또 하나의 프랑켄슈타인 식품이라고 비난하고 있다.

玄 源 福 (과학저널리스트/본지 편집위원)

새로운 ‘녹색혁명’

기적의 쌀로 불리는 황금의 쌀은 겉보기로는 다른 벼와 다를 것이 없다. 그러나 거무튀튀하고 주름진 껍질을 일단 벗기면 보통 쌀처럼 창백한 흰 빛이 아니라 파리한 노란 빛을 띤 알갱이가 나온다. 이것은 바로 비타민 A를 만드는 재료인 베타카로틴을 내포했기 때문이다.

10년 간의 각고 끝에 1999년 마침내 황금 쌀의 개발에 성공한 취리히 소재 스위스연방공대의 인고 포트리쿠스교수는 황금의 쌀을 출하하는 동안 썩지 않는 바나나, 스스로 비료를 공급하는 옥수수, 마른 땅에서도 잘 자라는 밀 등 새로운 녹색혁명을 선도할 것이라고 주장하고 있다.

포트리쿠스교수가 세계에서 가장 가난한 사람들의 생활을 향상시키기 위해 황금의 쌀을 개발하기로 결심한 것은 1980년대 말이었다. 스위스연방공대의 정교수가 된 그는 유전공학을 이용하여 쌀의 영양의 질을 개선하는 문제를 생각하기 시작했다. 쌀을 주식으로 하는 약 30억의 사람 중에서 약 10%는 비타민 A 결핍 때문에 건강문제로 고통을 받고 있다고 알려져 있다. 그가 이 문제에 관심을 갖게 된 배경에는 여러 가지 사연이 있었다. 먼저, 한개의 유전자가 아니라 여러개의 유전자집단을 옮기는 과학적인 도전이라는 점에 마음이 끌렸다. 그는 또 이를테면 감정이입(남의 감정·사상·태도를 자기 자신에게 지적으로 이입하거나 또는 대신 경험하는 일)도 작용했다. 2차 세계 대전 후 폐허가 된 독일에서 어린 시절을 보낸 포트리쿠

스와 그의 형제들은 너무 굶주려서 때로는 흠칠 수 있는 것이라면 어떤 음식이든 닥치는 대로 훔쳐먹었다.

포트리쿠스는 1990년경 미국 록펠러재단 식량보안국장 개리 토에니센과 만나게 되었다. 토에니센은 전통적인 식물육종법으로는 정미(精米)에 베타카로틴이 부족한 점을 바로잡기 어렵기 때문에 포트리쿠스와 같은 유전자 과학자들이 생물공학기법으로 해결해야 할 과제라고 생각했다. 쌀은 다른 녹색식물과 마찬가지로 외부조직에는 빛을 잡는 베타카로틴을 내포하고 있으나 내배유(內胚乳: 종자 식물의 胚珠 속에서 배의 발아에 필요한 양분을 저장하고 있는 조직; 대부분의 사람들이 먹는 쌀의 전분부분)에서 베타카로틴은 생산하지 않는다.

포트리쿠스는 록펠러재단이 주최한 한 모임에서 나팔수 선화의 베타카로틴 전문가인 독일 프라이부르크대학의 피터 바이어와 만나 쌀의 질을 개선하는 문제를 함께 연구하기로 뜻을 모았다. 1993년 록펠러재단으로부터 10만달러의 시드머니(출발기금)를 받은 두 사람은 스위스 정부와 유럽연합(EU)의 지원으로 7년간 2백60만달러를 투입하는 연구개발사업에 착수했다. 포트리쿠스는 산업계의 지원 없이 연구사업을 할 수 있었기 때문에 연구결과를 가난한 사람들을 위해 조건없이 제공할 수 있는 입장에 있게 된 것을 다행으로 생각하고 있다.

그런데 두 사람은 얼마 뒤 황금의 쌀을 무상으로 제공한다는 것은 쉬운 일이 아니라는 것을 알게 되었다. 이들이



개발도상국의 영양개선을 위해 개발된 새로운 황금 쌀

유전자와 유전자를 옮기는데 이를테면 택시처럼 사용한 박테리아가 특허와 특허판매권에 걸려 있었던 것이다. 이들을 연구를 하면서 32개의 회사와 대학이 보유한 70건의 특허를 사용하지 않을 수 없었다. 두 과학자는 오랜 시일에 걸쳐 광범위한 교섭을 거친 뒤에 비로소 황금의 쌀을 만드는데 사용한 기술에 대한 독점사용권을 갖고 있던 신젠타, 몬산토 및 다른 기업들과 협상하면서 이 연구의 대의명분(大義名分)을 내세웠다.

마침내 몬산토사를 비롯한 여러 기업들은 미국과 다른 부유한 국가에서는 황금의 쌀에 대한 상업판매권을 보유하는 대신 개발도상국에 대해서는 인도적인 견지에서 기술을 무상으로 제공하는데 합의했다. 세계 최대의 농산물 기업인 신젠타사는 특히 일본과 북아메리카 등 선진국가의 건강식품 시장에서 황금의 쌀을 판매할 계획인 것으로 알려져 있다. 이밖에도 몬산토사는 2000년 4월 시애틀 소재 워싱턴대학의 레로이 후드교수와 공동으로 작성한 쌀 지놈의 염기배열을 해명한 자료를 우리나라가 참가하고 있는 국제 쌀 지놈 배열해명사업(IRGSP)에 제공하기도 했다.

쏟아지는 쓴 소리

그런데 이번에는 농업생물공학 비판자들이 들고 일어났다. 예컨대 그린피스와 같은 환경단체들은 이 사업을 '트로이의 목마' (트로이전쟁 때 그리스 군이 트로이 사람들을 속이기 위해 목마 속에 병사들을 숨겨 가지고 가서 트로이를 정복했다는 그리스 신화)라며 개발도상국에게 유전자변형작물을 확대 경작하는 길을 열어 준다고 주장하

고 있다. 그린피스의 찰리 크로닉은 "황금의 쌀을 먹으면 비타민 A의 혜택을 제공할 수 있다는 증거는 전혀 없다"고 주장하고 있다.

캐나다 워니피그에 본부를 둔 운동단체인 루럴 어드밴스먼트 인터내셔널은 "공공의 신뢰를 박탈했다"고 투덜거리고 있다. 이런 부정적인 반응에 대해 포트리쿠스는 "문제해결에 생물공학을 사용하지 말라는 것은 무책임한 것이다"고 주장하고 있다.

실제로 황금 쌀의 개발이 유전자변형(GM)식품 기업에게는 강력한 선전용 연장을 제공한 것은 사실이다. 인도, 방글라데쉬, 인도네시아, 베트남, 태국, 필리핀 등에서는 쌀의 비타민 A 결핍이 국민건강에 심각한 영향을 미치고 있어 클린턴 미국 대통령은 2000년 "비타민 A로 바꿀 수 있는 유전공학기법의 황금 쌀을 더 많이 개발도상국에 제공할 수 있다면 영양부족으로 죽어 가는 사람들을 매일 4천명이나 구제할 수 있을 것이다"고 말했다. 이에 대해 그린피스는 최근 발표한 보고에서 유전자변형 쌀이 제공할 수 있는 비타민 A의 양은 너무나 보잘 것이 없어서 권장 허용량을 채우려면 성인은 매일 10파운드(약 4.536kg)의 이런 쌀을 먹어야 한다고 주장하고 있다. 그러나 이런 주장에 대해 포트리쿠스는 매일 300g의 황금의 쌀을 먹으면 필요한 양의 비타민 A를 충분히 섭취할 수 있다고 응수하고 있다.

그린피스 등이 황금의 쌀에 대해 '프랑켄슈타인 쌀'이라고 좀 과장된 표현을 하는 배경에는 그만한 이유가 있다고 보는 사람도 있다. 먼저 유전공학을 통해 만든 유전자변형식품을 포함하여 모든 식품은 알레르겐(알레르기를 일으키는 물질)의 잠재적인 근원으로 보고 있다. 유전공학기법으로 옮겨진 유전자는 단백질을 만들라는 명령을 내포하고 있는데 그 중에서 예컨대 땅콩 등의 일부 단백질은 알레르기 반응을 일으키는 것이 있다. 또 생물공학 반대자들이 주장하는 '유전오염' 문제가 있다. 예컨대 옥수수처럼 풍매(風媒: 바람에 의한 가루받이)에서 나오는 꽃가루 알갱이는 멀리 그리고 널리 운반된다. 생태학자들은 유전자변형작물을 광범위하게 경작하면 작물의 해충간에 Bt(생물공학) 저항력을 부추긴다고 생각하고 있다. 그러나 Bt는 유기농업자간에 큰 인기가 있다.

생태학자들이 걱정하는 것은 생태학적인 문제다. 예컨



대 미국 코넬대학 곤충학자 존 로지는 1999년 매우 도전적인 연구실험을 했다. 그는 제중 왕 나비 애벌레가 살고 있는 식물에 Bt 옥수수 꽃가루를 뿌린 결과 일부의 애벌레들이 죽는다는 사실을 발견했다. 로지는 Bt 옥수수가 북미의 제중 왕 나비의 생존문제에 위협을 줄 수 있는 정도로 심각한 문제라고는 보지 않지만 이 문제는 주목할 가치가 있다고 생각하고 있다.

그런데 전문가들 사이에는 Bt가 가져오는 잠재적인 함정은 얼마든지 있다는 주장이 있다. 그 중의 하나는 꽃가루가 공중을 표류하는 가운데 변형유전자가 야생식물에 수분되어 인간의 힘으로는 제어하기 어려운 잡초가 등장할 가능성이 있다는 것이다. 대체로 농작물과 그들의 야생 식물들의 친척 사이에서 얼마나 많은 유전자교환이 이루어지는 것인지 알려진 사실은 거의 없으나 미국의 참여과학자연맹(UCS) 농업 및 생물공학프로그램 책임자인 마가렛 멜론은 이제야 바로 그 원인을 찾아야 할 때가 왔다고 주장하고 있다.

그러나 애리조나주에서 경작하고 있는 Bt목화를 3년 동안 지켜보고 있는 애리조나대학 곤충학자 브루스 타바슈니크는 “Bt목화가 환경에 미치는 위험은 적고 오히려 혜택이 큰 것 같다”는 보고를 하고 있다. 먼저 목화는 풍매(風媒)가 아닌 자가수분을 하기 때문에 Bt 유전자가 번질 걱정은 덜하다는 것이다. 그는 Bt 유전자의 미치는 영향이 너무나 효과적이기 때문에 애리조나 농민들은 화학구충제의 사용량을 75%나 줄였다고 말하고 있다.

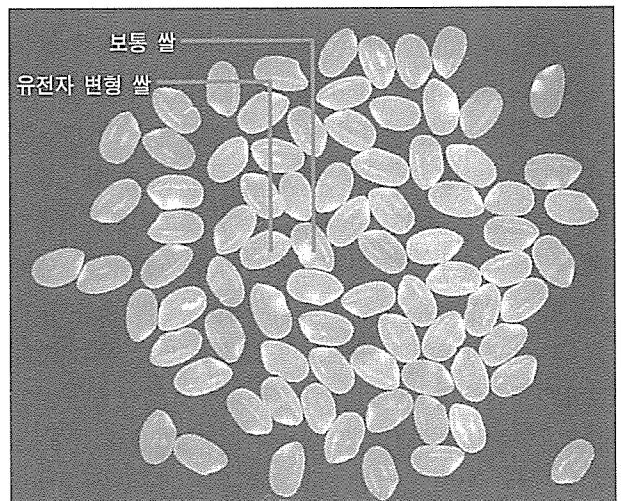
최선의 해결책

생물공학기법을 이용하는 작물을 둘러싼 논쟁이 격렬하게 전개되기 시작한 것은 이런 작물이 상업적으로 선을 보이던 1990년대 중반부터였다. 유럽의 환경운동가들과 소비자보호단체들이 먼저 항의운동의 깃발을 치켜들자 이것은 요원의 불처럼 전 세계로 번져나갔다. 인도의 환경운동가들은 몬산토사의 유전자변형 목화의 실험을 막기 위해 소송을 제기하는가 하면 필리핀에서는 농민들이 몬산토와 듀폰의 Bt목화의 시험경작을 반대하는 시위를 벌였다. 또 필리핀 환경운동가들은 1980년대의 ‘녹색혁명’의 산물인 ‘기적의 쌀’을 하나의 교훈으로 삼아야 한다고 주장했다. 그것은 동남아에서는 온통 이 종자를 채택함으

로써 단작(單作)하게 되어 그 결과 병충해에 대한 작물의 취약성이 높아지고 구충제에 대한 의존도를 높였다는 것이다.

한편 유전자변형에 대한 일반의 적개심도 만만치 않다. 지금까지 도입된 대부분의 생물공학기법의 작물들은 병충해와 잡초성장 제어용 제초제에 대한 저항력 등 두가지 목적을 위한 것이었다. 그런데 이것을 판매하는 기업은 다름 아닌 농민들이 들에서 살포하는 농화학물질을 생산하고 판매하는 같은 다국적 대기업들이라는 것이다. 그래서 많은 농민들이 곡물을 해치지 않고 잡초를 죽이는 몬산토사의 ‘라운드업’ 상표의 살충제를 사용하고 이런 살충제에 대한 저항력을 가진 몬산토사의 ‘라운드업 레디’ 콩과 같은 것을 종자로 선택하는데 대해 소비자들 사이에서 의혹은 더욱 커질 수밖에 없게 된다는 것이다. 이런 기업이나 농민들은 생물공학이라는 신기술을 통해 이득을 볼 수 있어 좋을지는 몰라도 소비자들로서는 자기들에게 돌아오는 혜택은 없는데도 생물권에 해를 끼칠 수 있는 이상한 신기술에 무엇 때문에 기대야 할 것인가 의문을 던질 수밖에 없다.

실상 황금의 쌀의 경우도 개발될 때까지는 이 쌀이 제공할 혜택은 보잘 것 없을 것이라고 생각했던 사람들이 많았던 것은 사실이다. 그러나 이제 황금의 쌀은 이것을 가꾼 농민만 아니라 이것을 먹는 소비자까지 혜택을 입을 수 있는 최초의 유전공학 작물이라고 생각하는 사람들이



보통 쌀과 유전자변형 쌀

늘어났다. 그래서 빈곤과 굶주림을 걱정하는 사람들 중에는 이런 곡물이 세계를 먹여 살리는데 결정적인 역할을 한다고 생각하는 사람들이 많다. 유전공학 담배와 목화를 상업적으로 경작하는 최초의 국가 중의 하나인 중국은 만성적인 국내 식량문제를 해결하는 방법의 하나로서 이 기술에 많은 투자를 하고 있다. 미국 앨라배마주 터스키지 대학 식물생물공학연구센터의 과학자 C.S. 프리카슈는 최근 유전자변형식품 반대운동가들을 가리켜 가난한 사람들에게 혜택을 주는 기술의 사용을 반대하기 위해 제트기를 타고 세계를 돌아다니는 '영양 좋은 친구'라고 비난했다. 그에 따르면 "생물공학은 세계 인구가 60억인 현재나 앞으로 30~50년 뒤 90억이 될 때나 식량문제를 해결하는 최선의 희망"이라는 것이다. 그는 2020년에는 인간의 소비와 동물의 사료로 곡물의 수요는 약 반은 늘어날 것이며 이에 덧붙여 수자원의 보존과 오염화합물의 감소 등 만만치 않은 도전과 맞서게 될지 모른다고 내다보고 있다.

아무튼 이런저런 곡절을 겪은 황금의 쌀은 2001년 1월 마침내 필리핀에 도착하기 시작했다. 이 곳 필리핀에서 황금의 쌀은 국제 쌀 연구소(IRRI), 신젠타사, 록펠러재단이 공동으로 개발도상국 사람들을 위해 황금 쌀의 효과성, 안전성 및 유용성 등을 포함한 광범위한 시험에 착수했다. IRRI 전무이사 로널드 칸트렐은 개발도상국의 농민들이 대량으로 황금의 쌀을 생산하자면 아직도 5~10년은 더 기다려야 할 것이라고 내다보고 있다. 먼저 연간 5억 톤의 재래식 쌀을 경작하고 있는 아시아 등 가장 많은 혜택을 받을 수 있는 열대기후에서 경작할 수 있게 손을 보아야 한다는 것이다. 현재 황금의 쌀은 캘리포니아와 같은 온대기후에서만 경작할 수 있다. 칸트렐은 IRRI가 필리핀에서 경작할 수 있게 이 쌀을 개발하자면 약 3년의 세월이 걸릴 것이라고 추정하고 있다. 또 재래식 이종교배 육종방법이나 첨단 유전공학기법을 통해 쌀의 베타카로틴 생산능력을 보강할 계획이다. 황금의 쌀은 현재 약 10~20퍼센트의 베타카로틴을 내포하고 있으나 아시아인에게 적절한 수준인 최소한 20~40%로 끌어올릴 계획이다. 따라서 황금의 쌀은 아시아 현장실험을 하는데 적어도 3년이 걸리고 다시 2년 후에나 농민들에게 종자를 제공하여 경작을 개시할 수 있게 될 것으로 보고 있다.



황금 쌀 개발의 주인공인 인고 포트리쿠스(왼쪽)와 피터 바이어

가난한 나라의 관심

한편 인구 10억이 넘어선 인도는 황금 쌀에 적극적인 관심을 보이고 있다. 인도의 생물공학성과 인도농업연구원의 강력한 권장으로 인도 생물공학성과 스위스 개발공사가 공동으로 지원하는 인도-스위스 생물공학합작사(ISCB)는 황금의 쌀을 인도에 도입하는 사업에 착수한다. 이 사업은 황금의 쌀의 보완적인 이용을 포함하여 수요평가를 비롯하여 독물학과 알레르기 평가 등을 분석한다. 이런 사회-경제 및 환경영향의 연구를 통해 혹시 있을지 모를 위험을 피하고 이 기술이 가난한 사람들에게 혜택을 줄 수 있을 것인가 확인하게 된다. 인도가 황금의 쌀을 도입하는데 필요한 비용은 세계은행, 인도생물공학성 그리고 인도농업연구원이 공동으로 부담한다. 이 밖에도 동남아, 중국, 아프리카 그리고 중남미의 여러 기관들도 황금의 쌀에 대해 큰 관심을 보이고 있는 것으로 알려져 있다.

한편 포트리쿠스와 바이어는 현재 유전공학을 이용하여 쌀에 철분과 비타민 B를 보강하는 연구를 하고 있다. 그러나 유전자변형식품에 대한 비판의 소리 때문에 연구사업을 계속하는데 필요한 공공자금을 유럽에서 마련하기 어렵게 되었다. 그래서 이들은 민간기업으로 눈을 돌리기 시작했다. 바이어는 또 더 많은 연구자금을 끌어내기 위해 빌 앤드 맬린다 게이츠재단과의 교섭을 추진하고 있다.



황금 쌀은 어떻게 만드나?

1991년 어느 날, 취리히 소재 스위스 연방공대 식물분자생물학자 인고 포트리쿠스교수 연구실에는 박사학위 후보생인 피터 부르크카르트라는 이름의 대학원 학생이 찾아왔다. 포트리쿠스교수는 그에게 프로비타민(체내에서 비타민으로 변하는 물질) A 프로젝트를 주었다. 이것은 쌀에게 베타카로틴을 도입시키는 어려운 작업인데 이런 쌀을 먹으면 베타카로틴은 몸 속에서 비타민 A로 바뀌게 된다. 쌀의 알갱이는 본래 베타카로틴을 전혀 갖고 있지 않지만 제라닐제라닐 피로인산염이라는 분자를 만들 수 있고 이것은 4가지 효소를 통해 베타카로틴으로 바꿀 수 있다.

포트리쿠스교수팀은 이웃의 독일 프라이부르크대학 피터 바이어교수를 통해 나팔수선화에서 복제한 이들 효소의 유전자를 구할 수 있게 되었다. 그러나 문제는 어떻게 하면 이 4종의 효소를 모두 쌀 알갱이 속에 넣어 동시에 작용시킬까 하는 것이었다. 연구의 첫단계 작업은 이 유전자들을 쌀 알갱이 속에 집어넣는 일이었다. 부르크카르트는 새 유전자를 식물 속에 도입하는 표준 방법인 ‘유전자 총’으로 4종의 변형유전자를 쌀의 식물세포 속으로 쏘 넣으려고 했으나 4개의 유전자가 제대로 작용하게 만들 수 없었다. 대부분은 쌀 지놈 속으로 들어간 뒤 소식이 없었다. 이들은 온갖 방법을 동원했으나 번번이 실패하고 말았다.

그런데 어느 날 이 연구팀에 합류한 슈동 예라는 대학원생이 이 연구에 새로운

지평을 열어 주었다. 그는 연구팀과 토의한 뒤 새로운 전략을 내놓았다. 그것은 나팔수선화의 4종의 효소유전자 중 2종 유전자의 소스를 에르위니아 우레도보라라는 박테리아로 바꾸고 이 유전자들을 운반하는 이를테면 ‘택시’로서 아그로박테룸 튜메파시엔스라는 식물전염미생물을 사용했다. 아그로박테룸이 식물을 감염하면 이것을 플라스미드(염색체와는 별도로 존재하며 독립적으로 복제·증식이 가능한 유전인자)라는 DNA의 원형조각에 주입한다. 예는 2종의 나팔수선화 유전자를 튜메파시엔스 종의 플라스미드에 그리고 에르위니아 유전자는 다른 플라스미드에 각각 넣은 뒤 박테리아에게 유전자를 식물세포에 도입시켰다. 이 전략은 적중하여 이렇게 생산된 쌀은 마침내 베타카로틴으로 황금빛을 띄게 되었다.

철분을 보강하는 유전자

한편 철분의 결핍은 의료계의 가장 큰 문제의 하나로 보고 있다. 철분 영양실조는 약 20억 이상의 사람들의 건강에 영향을 미치고 그 결과 수백만의 산모와 어린이의 출산관련 사망을 몰고 온다고 알려져 있다. 이것은 육체 및 지능발육, 면역조직 그리고 건강을 해친다는 것이다.

쌀을 통해 이 문제를 해결하기로 결심한 포트리쿠스는 대학원생 파울로 루카와 함께 3종의 유전자를 쌀에 도입하는 철분보충 프로젝트에 착수했다. 그 중의 한 종류는 쌀 많이 먹는 사람들이 철분

결핍에 걸리기 쉽게 만드는 분자를 쌀에서 제거하는 일을 맡는다. 파이테이트라고 불리는 이 사탕 같은 분자는 식물 철분의 95%까지 단단히 묶기 때문에 인체가 철분을 흡수하지 못하게 만든다. 그런데 스위스 바젤에 있는 세계적인 제약회사 호프만-라로슈사가 파이테이트를 분해하는 파이타제로 알려진 효소의 유전자를 제공했다. 대부분의 효소는 열을 가하면 활동력을 잃는데 반해 이 호프만-라로슈의 효소는 돌연변이종을 내포하고 있어 조리하는 높은 온도에도 견딜 수 있다. 루카가 도입한 다른 2종의 유전자 중의 하나는 강낭콩의 유전자인데 쌀 알갱이의 철분수준을 2배로 끌어올리는 철분저장 단백질 페리틴(호박색의 결정성 단백질로서 철분을 많이 함유하고 물질교대를 통해 철을 저장하는 역할을 함)을 만든다. 세번째의 유전자는 인간의 소화기 계통에서 철분을 흡수하는 것을 돕는 시스테인(아미노산의 일종)이 풍부한 단백질을 만든다.

7년 간에 걸친 오랜 연구의 마지막 단계에서 포트리쿠스교수팀은 마침내 베타카로틴과 철분이 풍부한 쌀의 종을 이종교배하는 작업에 착수하여 두가지 특성을 모두 강화한 잡종을 만드는데 성공했다. 이리하여 전형적인 아시아인의 식단인 하루 3백그램의 조리한 쌀을 섭취하면 매일 필요한 비타민 A를 거의 모두 공급할 수 있다고 포트리쿠스교수는 말하고 있다.

그러나 지금까지의 성공은 곧 황금의 쌀을 금방 시장에 출하할 수 있다는 것을 뜻하는 것은 아니다. 이들이 실험에 사용한 쌀은 저퍼니카 품종인데 대해 가장 흔한 상업용 품종은 인디카 품종이다. 그래서 필리핀 소재의 국제 쌀 연구소 과학자들은 새로운 인디카 품종의 쌀을 이종교배하는 작업에 착수했다. ⑤7